

Kertaustehtävät

Tehtävien ratkaisut

Tehtävät 1–4 ovat automaattisesti tarkistettavia tehtäviä ja ne ovat digikirjassa.

1.

Yhdistä.	
kemiallinen energia	aineen sidoksiin liittyvä energia
työ	joule
tuulivoimalaitos	pyyhkäisypinta-ala
teho	watti
hyötysuhde	ei yksikköä
tekee työtä	voima
hiilinielu	metsä
biodiversiteetti	luonnon monimuotoisuus
fuusioreaktiot	Auringon energianlähde
bioenergia	saadaan biomassasta
elektrolyysi	vedyn valmistus
SMR	pieni ydinreaktori

2.

Monivalintatehtävä.
 Vaihtoehdoista voi olla oikein yksi tai useampi.

- a) Energia
 - **voi muuntua muodosta toiseen**
 - **voi siirtyä paikasta toiseen**
 - on sidottua energiaa, joten se ei voi muuntua muodosta toiseen eikä siirtyä paikasta toiseen.
- b) Kun puuta poltetaan, siitä vapautetaan
 - puun rakenneosien liike-energiaa
 - **kemiallista energiaa**
 - puuytimen vuorovaikutukseen liittyvää energiaa.
- c) Fysiikassa työtä on
 - **pyörän työntäminen**
 - **laatikon nostaminen hyllylle**
 - ruokakassin kannattelu.
- d) Uusiutuvia energianlähteitä hyödynnetään
 - **tuulivoimalaitoksissa**
 - ydinvoimalaitoksissa
 - **geotermisissä voimalaitoksissa.**
- e) Fossiilisia energianlähteitä ovat
 - **kivihiili**
 - uraani
 - **turve.**
- f) Lämpövoimalaitoksia ovat
 - vesivoimalaitos
 - **maakaasuvoimalaitos**
 - **fissiovoimalaitos.**

Kertaustehtävät

- g) Vesivoimalaitoksen tuottotehoon vaikuttavat
- **virtaama**
 - **putouuskorkeus**
 - **veden tiheys.**
- h) Hiilidioksidin ohella kasvihuonekaasuihin lukeutuvat
- **F-kaasut**
 - **metaani**
 - **typpi.**
- i) Suomessa käytetystä energiasta eniten kuluu
- rakennusten lämmitykseen
 - **teollisuuteen**
 - liikenteeseen.
- j) Suomalaisen hiilijalanjälki vuodessa on noin
- 5 t CO₂-ekv.
 - **10 t CO₂-ekv.**
 - 15 t CO₂-ekv.

3.

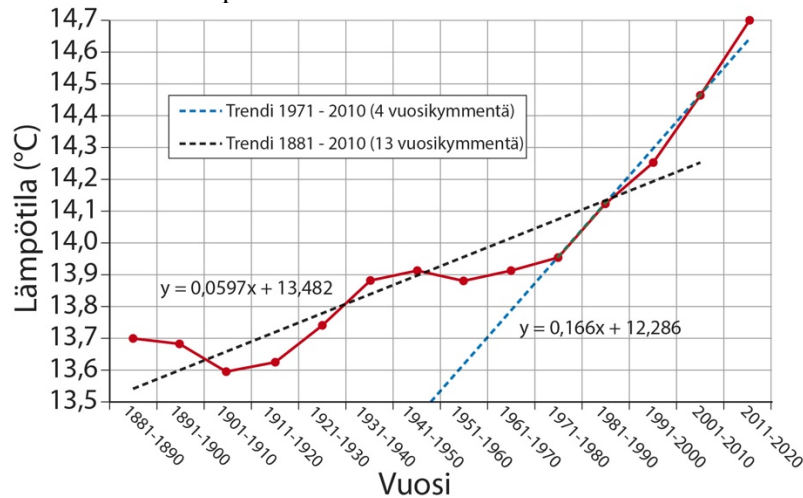
Valitse oikea vaihtoehto.

- Liike-energian yksikkö on joule. ***Kyllä//Ei***
- Jos tarkastellaan potentiaalienergian muutosta, potentiaalienergian nollatasoa ei välttämättä tarvitse määritellä. ***Kyllä//Ei***
- Energiamuodot luokitellaan vapaisiin ja sidottuihin energiamuotoihin. ***Kyllä//Ei***
- Teho ilmaisee energian muuntumisnopeuden. ***Kyllä//Ei***
- Hiilidioksidi on voimakkain kasvihuonekaasu. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Esimerkiksi metaani on hiilidioksidia merkittävästi voimakkaampi kasvihuonekaasu.
- Ydinvoimalaitoksissa käytettävän uraaniytimen sidosenergia on vapaata energiaa. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Kyseessä on sidottu energian muoto.
- Aurinkovakiolla tarkoitetaan Auringon sähkömagneettisen säteilyn kokonaistehoa neliömetriä kohden ilmakehän ulkopuolella, Maan etäisyydellä Auringosta. ***Kyllä//Ei***
- Koneen hyötysuhde on koneen ottaman energian E_{otto} ja koneen tuottaman energian E_{tuotto} suhde. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Hyötysuhde lasketaan jakamalla tuottoenergia ottoenergialla eli hyötysuhde on koneen tuottaman energian E_{tuotto} ja koneen ottaman energian E_{otto} suhde.
- Kuljettamisen osuus ruoan elinkaareissa on kokonaispäästöjen kannalta usein pieni. ***Kyllä//Ei***
 Kun ostamme farkut, kyse on välittömästä energiankulutuksesta. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Kyse on välillisestä energiankulutuksesta.

Kertaustehtävät

4.

Pitävätkö väitteet paikkansa?



Kuva: Pertti Heikkilä

1. Lämpötilat heilahtelevat laidasta laitaan, joten kuvan perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä maapallon lämpötilan muuttumisesta. ***Kyllä//Ei***
2. Keskilämpötilan muutosnopeus on vakio. ***Kyllä//Ei***
3. Maapallon keskilämpötilan kohoaminen nopeutuu ajan kuluessa. ***Kyllä//Ei***
4. Keskilämpötila oli 1940-luvulla 13,9 °C. ***Kyllä//Ei***
5. Keskilämpötilan muutosnopeus 1960-luvun puolivälistä alkaen on ollut keskimäärin 0,166 °C/a. ***Kyllä//Ei***
6. Keskilämpötilan muutosnopeus 1960-luvusta alkaen on ollut keskimäärin 0,166 °C/10a eli 0,0166 °C/a. ***Kyllä//Ei***
7. Keskilämpötilan muutosnopeus on nykyään noin 2,8 kertaa niin nopeaa kuin aikavälillä 1881–2010. ***Kyllä//Ei***

5.

Ihmisen elimistö hyödyntää kemiallista energiaa. Kemiallinen energia on varastoitunut kasveihin yhteyttämässä ja elimistöön se siirtyy ravinnon mukana. Yhteyttämiseen tarvittava energia on syntynyt Auringossa, josta energia on siirtynyt säteilynä Maahan. Auringon energia on peräisin fuusioreaktioista, joissa vety-ytimet yhdistyvät heliumytimiksi. (Tähdissä oleva vety on muodostunut maailmankaikkeuden alkuhetkillä.)

6.

- a) Energian yksiköjä ovat mm. joule (J), kilowattitunti (kWh) ja kilokalori (kcal).
- b) Taulukkokirjan mukaan 1 cal = 4,1868 J. Siispä kysytty energiankulutus on $4,1868 \text{ kJ/kcal} \cdot 1800 \text{ kcal} = 7536 \text{ kJ} \approx 7,5 \text{ MJ}$.
- c) Keskimääräinen teho on $P = \frac{E}{t} = \frac{7536 \cdot 10^3 \text{ J}}{24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}} \approx 90 \text{ W}$.
- d) Esimerkiksi pöytätietokoneen, jääkaapin, pelikonsolin ja ompelukoneen sähköteho on samaa suuruusluokkaa kuin nuoren naisen teho vuorokauden aikana.

7.

Kiukaan teho on 4800 W = 4,8 kW. Saunaa lämmitetään keskimäärin 135 min = 2 h 15 min = 2,25 h viikossa, eli $52 \cdot 2,25 \text{ h} = 117 \text{ h}$ vuodessa. Kiukaan vuodessa kuluttama energia on $E = Pt = 4,8 \text{ kW} \cdot 117 \text{ h} = 561,6 \text{ kWh}$. Kustannukset vuodessa ovat $561,6 \text{ kWh} \cdot 0,15 \text{ €/kWh} \approx 84 \text{ €}$.

Kertaustehtävät

8.

- a) Jalostamatonta energiaa siinä muodossa, jossa se on ennen voimalaitoksissa tapahtuvaa energiantuotantoprosessia, sanotaan primäärienergiaksi. Primäärienergiaa ovat esimerkiksi raakaöljyn, maakaasun ja kivihiilen kemiallinen energia. Tuotantoprosessissa muunnettua energiaa kutsutaan sekundäärienergiaksi. Primäärienergiasta saadaan muunnettua vain osa sekundäärienergiaksi, koska energian muuntaminen muodosta toiseen aiheuttaa aina hävikkiä.
- b) Primäärienergia muuttuu sekundäärienergiaksi ja hukkaenergiaksi. Koska energia säilyy prosessissa, niin sekundäärienergia on primäärienergian ja hukkaenergian erotus eli $87 \text{ MWh} - 32 \text{ MWh} = 55 \text{ MWh}$. Voimalaitoksen hyötysuhde on $\eta = \frac{55 \text{ MWh}}{87 \text{ MWh}} \approx 0,63$.

9.

- a) Ydinvoimalaitoksen vuodessa tuottama energia on
 $E = Pt = 1200 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 37,8432 \cdot 10^{15} \text{ J} \approx 38 \text{ PJ}$.
- b) Kivihiilen lämpöarvo on $H = 29 \text{ MJ/kg}$ (vaihtelee välillä $26 \text{ MJ/kg} - 32 \text{ MJ/kg}$). Kivihiilen tuottama energia on $Q = Hm$. Kivihiiltä tarvitaan:
 $m = \frac{Q}{H} = \frac{37,8432 \cdot 10^{15} \text{ J}}{29 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} \approx 1,3 \cdot 10^9 \text{ kg} = 1,3 \text{ Mt}$.

10.

Roottorin läpi sekunnin aikana kulkevan ilmapinnan liike-energia on

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 112\,000 \text{ kg} \cdot (7,4 \text{ m/s})^2 = 3,06656 \cdot 10^6 \text{ J} \approx 3,1 \text{ MJ}.$$

$$\text{Ottotehoksi saadaan siten } P_{\text{otto}} = \frac{E_{\text{otto}}}{t} = \frac{E_k}{t} = \frac{3,06656 \cdot 10^6 \text{ J}}{1,0 \text{ s}} = 3066,56 \text{ kW} \approx 3100 \text{ kW}.$$

$$\text{Hyötysuhde on } \eta = \frac{P_{\text{tuotto}}}{P_{\text{otto}}} = \frac{960 \text{ kW}}{3066,56 \text{ kW}} \approx 0,31.$$

11.

Vettä virtaa laitoksen läpi sekunnissa $520 \text{ m}^3 = 520\,000 \text{ l}$. Tällöin putoukseen sekunnissa saapuvan vesimäärän massa on $m = 520\,000 \text{ kg}$. Voimalaitoksen ottoteho P_{otto} saadaan laskemalla, kuinka paljon veden potentiaalienergiaa vapautuu sekunnissa veden pudotessa matkan $h = 33 \text{ m}$.

$$\text{Ottoteho on } P_{\text{otto}} = \frac{mgh}{t} = \frac{520000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 33 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 168,340 \cdot 10^6 \text{ W}.$$

$$\text{Hyötysuhde on } \eta = \frac{P_{\text{tuotto}}}{P_{\text{otto}}} \text{ eli tuottoteho on}$$

$$P_{\text{tuotto}} = \eta P_{\text{otto}} = 0,82 \cdot 168,340 \cdot 10^6 \text{ W} \approx 140 \cdot 10^6 \text{ W} = 140 \text{ MW}.$$

12.

- a) Kasvihuoneilmiö selitetään seuraavasti:
- Auringon säteily lämmittää maaperää, joka ottaa vastaan osan Auringon lähettämästä sähkömagneettisesta säteilystä.
 - Lämmennyt maaperä lähettää pitkäaaltoista infrapunasäteilyä, joka ei läpäise ilmakehän kasvihuonekaasuja yhtä hyvin kuin lyhyet aallonpituudet.
 - Kaasut lämpenevät ja lähettävät säteilyä takaisin maahan.
 - Maapallon keskilämpötila olisi $20 - 30^\circ \text{C}$ alempi, jos kasvihuonekaasuja ei olisi.
 - Ilmiötä kutsutaan kasvihuoneilmiöksi.
 - Aikojen kuluessa on syntynyt tasapainotila, jolloin maapallon lämpötila pysyy likimain vakiona, koska maapallolle tulee yhtä paljon säteilyenergiaa kuin samassa ajassa energiaa poistuu.

Kertaustehtävät

- b) Kasvihuoneilmiö voimistuu, kun pitkäaaltoista infrapunasäteilyä vastaanottavien kaasujen määrä kasvaa ilmakehässä. Tällöin avaruuteen poistuvan säteilyn osuus pienenee, ja maanpinnalle palautuvan säteilyn osuus kasvaa. Ilmakehän ja koko maapallon lämpötila kohoaa vähitellen.
- c) Kasvihuonekaasujen pitoisuudet ilmakehässä ovat kasvaneet, mikä voimistaa kasvihuoneilmiötä ja lämmittää ilmastoa. Tätä lämpenemistä ja siitä aiheutuvia ilmaston häiriöitä kutsutaan ilmastomuutokseksi. Ilmakehän häiriöitä ovat esimerkiksi tuulten voimistuminen, myrskyjen yleistyminen ja voimistuminen ja sateiden muuttuminen niin, että rankkasateet tietyillä alueilla ovat lisääntyneet. Toisaalta joillakin alueilla on haittaa sateiden vähenemisestä ja tämän aiheuttamasta kuivuudesta.

13.

- a) Osa aerosolihiukkasista kohoaa ilmakehän ylempiin kerroksiin, jossa ne heijastavat Auringon säteilyä avaruuteen ja siten viilentävät ilmakehää.
- b) Myös nokihiukkaset ovat aerosolihiukkasia. Nokihiukkaslaskeumat sulattavat lunta ja jäätiköitä, koska noki sitoo tehokkaasti Auringon säteilyä. Tummuvat jäätiköt ja niiden sulaminen lisäävät Auringon säteilyn sitoutumista maapalloon ja siten lämmittävät maapalloa.

14.

- a) Ydinvoimaloiden energia on peräisin raskaiden atomiytimien halkeamisista (fissioista) ja Auringon energia on peräisin kevyiden ytimien yhdistymisistä (fuusioista). Geotermistä energiaa syntyy jatkuvasti maansisuksissa radioaktiivisuuteen liittyvissä ydinreaktioissa. (Osa geotermisestä lämpöenergiasta muodostui Aurinkokunnan ja maapallon syntyprosessissa.)
- b) km
 - i. Auringon energiaan perustuvat myös esimerkiksi liikkuvan veden ja tuulen energia, fossiilisten polttoaineiden energia ja maalämpö. Auringon säteilyenergiaa voidaan hyödyntää myös suoraan sähköä tuottavien aurinkopaneelien tai lämpöä tuottavien aurinkokeräimien avulla.
 - ii. Ydinenergia, geotermien energia ja vuorovesienergia eivät perustu Auringon energiaan.

15.

- a) Kivihiilellä tuotettua energiaa kulutettiin maailmassa vuonna 2018 noin $160 \cdot 10^{18}$ J. Tähän määrään energiaa vaaditaan

$$\frac{160 \cdot 10^{18} \text{ J}}{6 \cdot 10^9 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}} = 2,667 \cdot 10^{10} \text{ m}^3 \approx 3 \cdot 10^{10} \text{ m}^3$$

eli $3 \cdot 10^{10}$ mottia koivupuuta. Yksi motti on pituudeltaan 1 m. Jos motit asetettaisiin peräkkäin, niistä muodostuisi $2,667 \cdot 10^{10} \text{ m} = 2,667 \cdot 10^7 \text{ km} \approx 30\,000\,000 \text{ km}$ pitkä halkopino. Tämä on noin 700 kertaa maapallon ympärysmitta.

- b) Vaikka tuuli- ja aurinkoenergian kulutus on moninkertaistunut vuosikymmenien aikana, niin absoluuttisesti kyseisillä energiamuodoilla tuotetaan edelleen vain pieni murto-osa ihmiskunnan tarvitsemasta energiasta. Vuonna 1970 kyseisten energialajien hyödyntäminen on ollut mitättömän pientä. Öljyllä tuotettava energia on ”vain” kaksinkertaistunut, mutta koska lähtötaso vuonna 1970 on ollut jo melkein $100 \cdot 10^{18}$ J, niin absoluuttisesti öljyn hyödyntäminen energialähteenä on kasvanut huomattavasti. Samankaltainen tilanne on muillakin fossiilisilla energialähteillä. Vaikka hiilineutraalit energialähteet ovat kasvattaneet osuuttaan, niin fossiilinen energia kattaa edelleen valtaosan maailmassa kulutettavasta energiasta. Lisäksi kaavion perusteella fossiilisen energian käytön kasvu ei ole hidastunut, saati pysähtynyt tai lähtenyt laskuun. Fossiilisen energian käyttö aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä, mikä nopeuttaa ilmaston lämpenemistä.

Kertaustehtävät

16.

- a) Video esittää ilmakehään vapautuvan hiilidioksidin jakautumisen ilmakehässä vajaan kahden vuoden ajanjaksolla. Sininen väri viittaa pieniin CO₂-pitoisuuden muutoksiin (n. 1-4 ppm) ja punainen huomattavampiin CO₂-pitoisuuden muutoksiin (8-10 ppm). Vihreä ja keltainen sijoittuvat näiden välimaastoon. Hiilidioksidia syntyy erityisesti Itä-Kiinassa tiheästi asutun ja teollistuneen Pekingin seudulla. Myöhemmin kartalla näkyvät myös Yhdysvalloissa ja Keski-Euroopassa syntyvät hiilidioksidipäästöt. Vähitellen ilmavirrat sekoittavat hiilidioksidin tasaisemmin koko pohjoisen pallonpuoliskon alueelle.
- b) Kivihiilellä tuotettavan energian määrä on ollut Kiinassa merkittävässä kasvussa melkein koko 2000-luvun alun. Vuoden 2005 aikana Kiina ohitti siihen mennessä suurimman kivihiilienergian tuottajan, Yhdysvallat. Siitä hetkestä vuoteen 2018 Kiina on kolminkertaistanut kivihiilivoimalaitostensa yhteenlasketun tehon: vuonna 2018 kapasiteetti oli lähes miljoona megawattia.

Euroopan unioni ja Kiina olivat tasoissa kivihiilienergian tuotannossa 2000-luvun alussa. Tällöin molemmilla alueilla kivihiilivoimalakapasiteetti oli noin 200 000 MW. Toisin kuin Kiinassa, Euroopan unionin alueella energian tuotanto kivihiiltä polttamalla pysyi vakaana ensimmäisen vuosikymmenen ajan ja lähti loivaan laskuun toisella vuosikymmenellä.

Vuoden 2018 tilanteen perusteella Euroopan unionin alueella moni kivihiilivoimala on sulkemassa toimintansa, eikä uusia ole juuri rakenteilla. Esimerkiksi Suomessa kivihiilen energiapoltto on kielletty lailla vuodesta 2029 alkaen. Kiinassa joitain voimaloita suljetaan, mutta useita on myös vastikään otettu käyttöön. Vuoden 2019 maaliskuussa Kiinan voimala-alan etujärjestö ilmoitti, että kivihiilivoimalakapasiteettia tulee lisätä vuoteen 2030 mennessä peräti 290 GW. Tämä viittaisi siis yhä jatkuvaan kivihiilen voittokulkuun Kiinassa. Toisaalta Kiina on tehnyt valtavasti uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi. Useat tekijät vaikuttavat Kiinan energiapolitiikan suuntaan tulevaisuudessa.

- c) Kivihiilen polttaminen tuottaa ilmakehää lämmittäviä hiilidioksidipäästöjä ja Kiinassa poltetaan kivihiiltä enemmän kuin koko muussa maailmassa yhteensä. Toisaalta Kiina myös maailman suurin uusiutuvan energian kuluttaja sekä tuottaja (molemmissa noin neljänneksen osuudella). Kiinalaistuotanto mm. kattaa jopa 80 % maailman piipohjaisten aurinkokennojen valmistuksesta. Kiinassa valmistetaan edullisia aurinkopaneeleita, akkuja ja tuulivoimaloiden komponentteja, mikä jouduttaa uusiutuvan energian käyttöönottoa maailmanlaajuisesti.

17.

Älykäs sähköverkko (Smart grid) tarkoittaa järjestelmää, jossa sähköä tuotetaan, varastoidaan ja kulutetaan suunnitelmallisesti hyödyntäen automaatio-, tieto- ja viestintäteknologiaa. Etäluettavat mittarit lähettävät jatkuvasti mittausdataa verkon eri osista. Näin saadaan täsmällistä tietoa siitä, kuinka paljon ja missä päin verkkoa sähköä kulloinkin kulutetaan. Tämä mahdollistaa verkon suunnitelmallisen ja joustavan käytön.

Perinteisesti sähköntuotanto on keskitetty suuriin voimalaitoksiin, joista se siirretään loppukäyttäjille. Älykäs sähköverkko mahdollistaa kuluttajien roolin uusiutuvan energian tuottajina ja myyjinä. Verkkoon voidaan yhdistää pienimuotoista hajautettua energiantuotantoa, mm. pieniä aurinko- ja tuulivoimaloita. Älykkäässä sähköverkossa kuormitusta ohjataan tarpeen mukaan ja kulutushuippuja pystytään tasaamaan esimerkiksi kytkemällä omakotitalon lämmitys tarvittaessa hetkeksi pois. Tulevaisuudessa energian varastointi on yhä oleellisempi osa sähköverkkojen toimintaa. Uusiutuvat energianlähteet tuottavat energiaa epätasaisesti ja tällöin on tärkeää, että vähäisen energiankulutuksen hetkellä energiaa voidaan varastoida tulevia kuormitushuippuja varten. Esimerkiksi sähköautojen akkujen odotetaan toimivan tulevaisuudessa sähköverkkojen energiavarastoina.

Kertaustehtävät

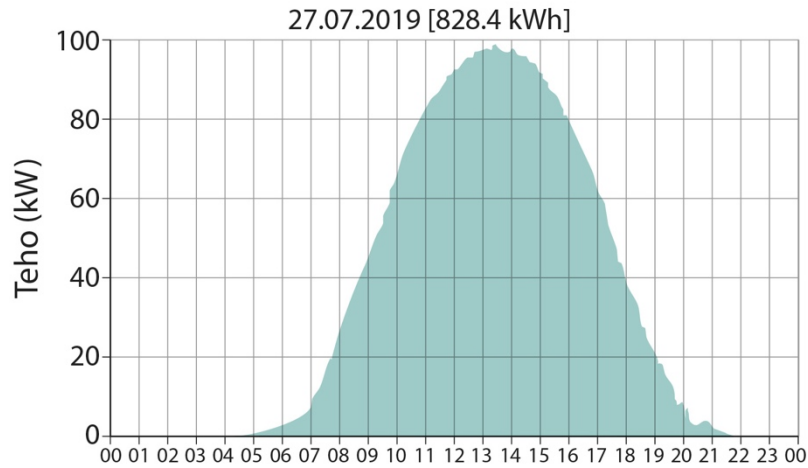
18.

1. Vuorokaudenaika:

Kuvaajista huomataan, että pilvettömänä päivänä tuottoteho alkaa kasvaa aamulla Auringon noustessa, kun säteily alkaa osua paneeleihin. Tuottoteho saavuttaa maksiminsa Auringon ollessa korkealla ja pienenee takaisin nollaan wattiin Auringon laskiessa.

Päivä

LUT Solar Total (208,5 kW)



Kuva: Pertti Heikkilä

2. Vuodenaika:

Otetaan esimerkiksi vuoden 2019 päivät 7.12., 27.3., 3.6. ja 1.9. jolloin Aurinko on paistanut Lappeenrannassa.

Joulukuun alkupuolella valoisa aika on lyhyt: tuottoteho alkaa kasvaa noin klo 9 ja laskee takaisin nollaan wattiin n. klo 14. Tuottotehon maksimi on alhainen, noin 1,5 kW. Aurinko paistaa matalalta.

Maaliskuun lopussa Auringon säteilyä osuu paneeleihin noin klo 6-18.30 välisenä aikana. Maksimituottoteho on noin 45 kW.

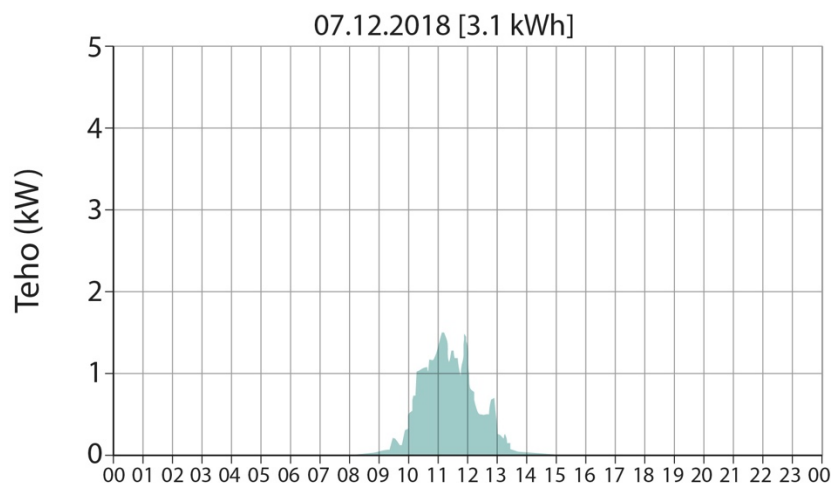
Kesäkuun alussa valoisa on riittävä pitkään. Kuvaajassa Auringon säteilyä on osunut paneeleihin noin klo 4-22. Aurinko paistaa keskipäivän aikoihin korkealta ja maksimituottoteho on noin 110 kW.

Syyskuun alussa valoisa aika on jälleen lyhyempi (klo 6-20) ja maksimituottoteho on pienempi kuin kesällä (noin 90 kW).

Talvi:

Päivä

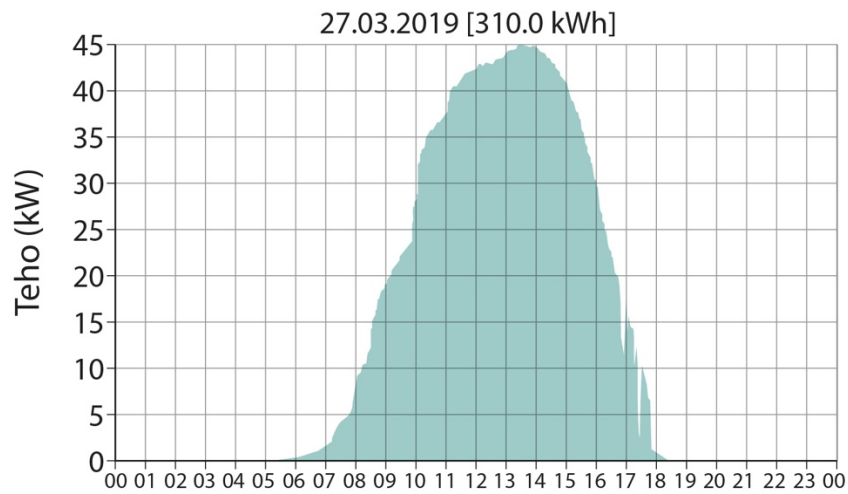
LUT Solar Total (208,5 kW)



Kuva: Pertti Heikkilä

Kevät:
Päivä

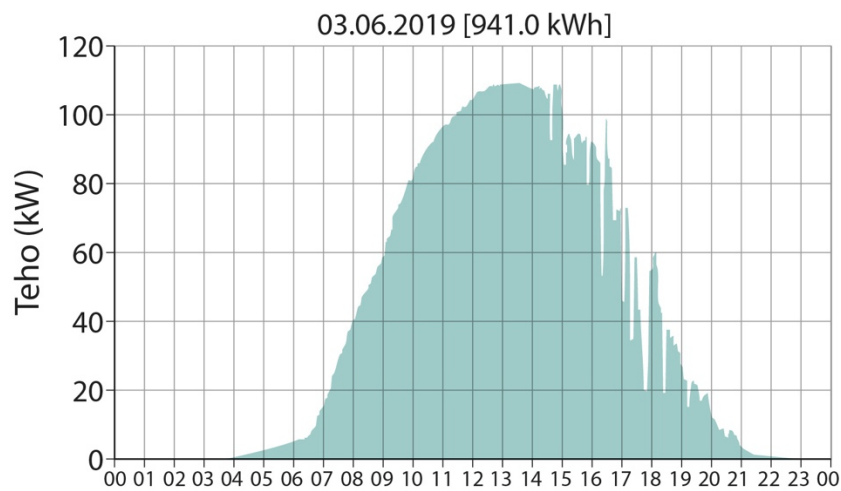
LUT Solar Total (208,5 kW)



Kuva: Pertti Heikkilä

Kesä:
Päivä

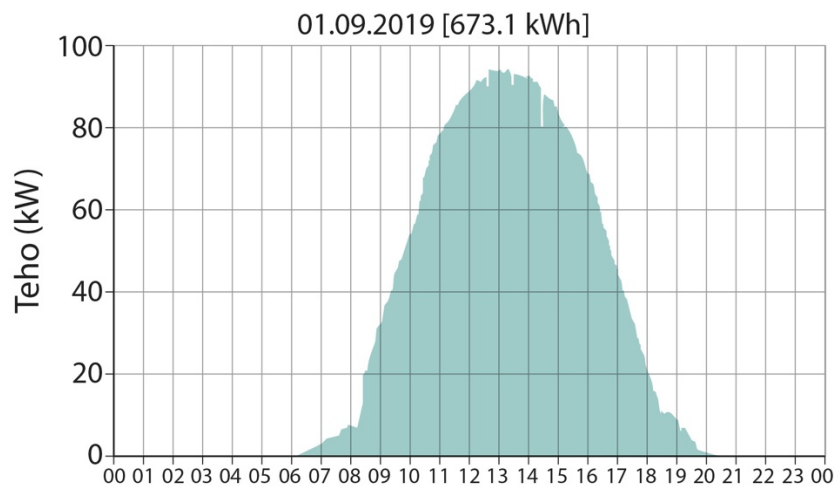
LUT Solar Total (208,5 kW)



Kuva: Pertti Heikkilä

Syksy:
Päivä

LUT Solar Total (208,5 kW)



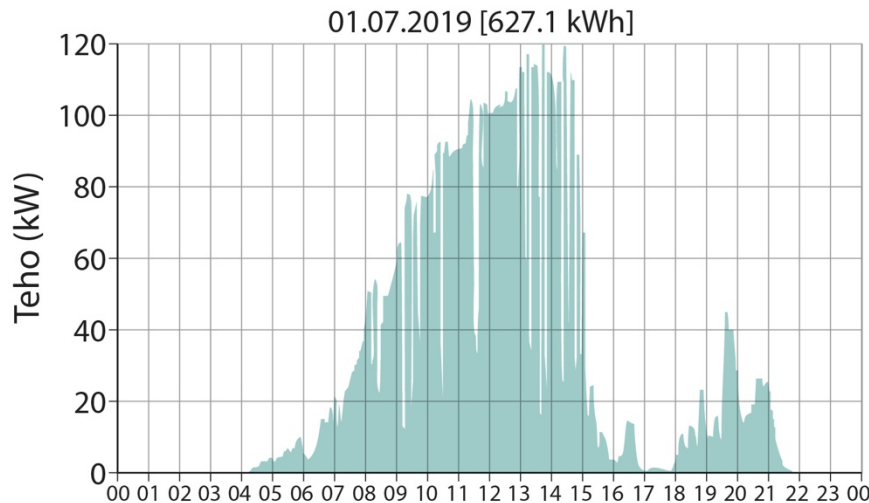
Kertaustehtävät

Sen lisäksi, että Aurinko nousee talvella lyhyeksi aikaa horisontin yläpuolelle ja paistaa matalalta, talvikuukaudet ovat tilastollisesti pilvisempiä kuin kesäkuukaudet. Tämä pienentää entisestään tuottotehoa talvella. Toisaalta aurinkopaneeli toimii sitä tehokkaammin, mitä viileämpää on. Näin ollen aurinkopaneeli tuottaa eniten energiaa viileänä pilvettömänä kesäpäivänä.

3. Pilvisuus:

Kun pilvi siirtyy Auringon eteen, paneelin tuottoteho laskee jyrkästi. Pilviselläkin säällä paneelit tuottavat sähköä: Auringon säteilyä siroaa mm. ilmakehästä. Esimerkkikuvaajassa pilvet ovat liikkuneet useasti Auringon editse, kunnes klo 15 aikoihin pilvet estävät suoran säteilyn muutamaksi tunniksi eteenpäin. Vasta illalla ennen auringonlaskua pilvet alkavat väistyä jälleen.

Päivä LUT Solar Total (208,5 kW)



Kuva: Pertti Heikkilä

19.

Vedyn etuja fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna ovat esimerkiksi seuraavat:

1. Vedyn energiasisältö massayksikköä kohti on lähes kolminkertainen bensiiniin ja dieselöljyyn verrattuna.
2. Vedyn palamisessa ei synny hiilidioksidipäästöjä, palamisessa syntyy vain vettä.
3. Jos vedyn valmistukseen käytetään esimerkiksi vesi-, tuuli- tai aurinkoenergiaa, vetyä voidaan valmistaa vähäisillä hiilidioksidipäästöillä.
4. Vetyä on saatavilla runsaasti.
5. Vety on myrkytön.
6. Vetyautojen moottorit ovat lähes äänettämiä.

Vedyn käyttö polttoaineena yleistyy sitä mukaa, kun vedyn valmistus-, varastointimenetelmät kehittyvät.

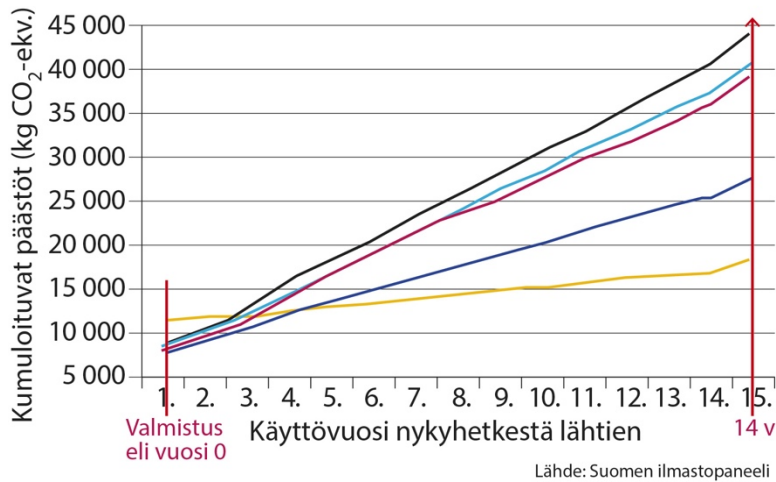
20.

- a) Kotitalouksien välitön energiankulutus koostuu mm. kodinkoneiden energiankulutuksesta, asuntojen lämmittämisestä ja valaistuksesta, ilmastoinnista sekä auton polttoaineenkulutuksesta. Kotitalouksien välillisellä energiankulutuksella tarkoitetaan tuotteisiin ja palveluihin tuottamiseen tarvittavan energian kulutusta.
- b) Välitöntä energiankulutusta voidaan vähentää mm. madaltamalla huoneiden lämpötilaa, käyttämällä lämmintä käyttövettä säästeliäästi, vähentämällä vajaiden pyykin- ja astianpesukoneellisten pesemistä sekä korvaamalla henkilöauton käyttöä muilla kulkutavoilla.

Välillistä energiankulutusta voidaan hillitä mm. harkitsemalla ennen ostopäätöksen tekemistä, onko tuote tai palvelu välttämätöntä hankkia. Huomiota tulisi kiinnittää tuotteen koko elinkaaren ajan energiankulutukseen ja suosia tuotteita, jotka ovat pitkäikäisiä ja/tai kierrätykseen soveltuvia. Monia tuotteita, kuten esimerkiksi juhlapukuja ja sähkölaitteita voi myös lainata tai vuokrata käytön ajaksi.

21.

- a) Sähköauton valmistus tuottaa eniten CO₂-päästöjä, noin 12 000 kg CO₂-ekvivalenttia.

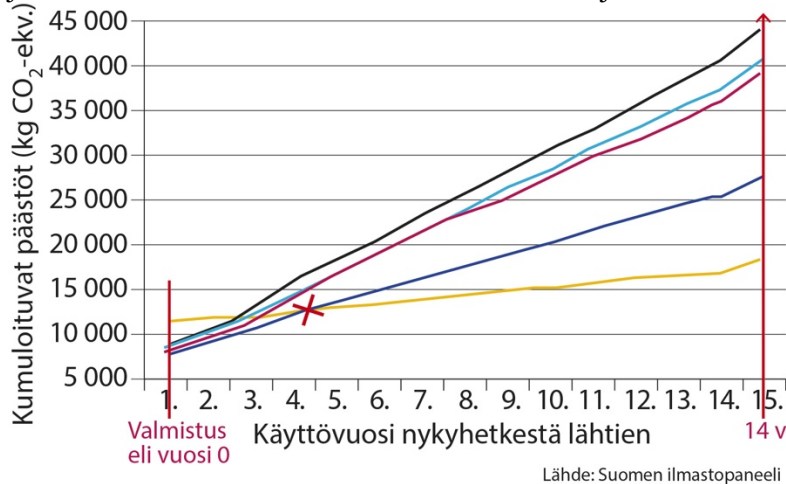


Kuva: Pertti Heikkilä

- b) Bensiiniauto tuottaa eniten CO₂-päästöjä käytössä. Tämä voidaan nähdä siitä, että bensiiniauton päästöjen kuvaaja kasvaa kaikkein jyrkimmin. Neljäntoista vuoden aikana päästöjä kertyy ajettaessa (44 000 – 7 000) kg CO₂ ekv. = 37 000 kg CO₂ ekv., eli keskimäärin

$$\frac{37\,000 \text{ kg CO}_2 \text{ ekv.}}{14 \text{ a}} \approx 2600 \text{ kg CO}_2 \text{ ekv./a.}$$

- c) Sähköauton ja hybridin hiilidioksidipäästöt ovat likimain yhtä suuret noin kolmen käyttövuoden jälkeen. Tämä vastaa $3 \cdot 14\,000 \text{ km} = 42\,000 \text{ km}$ ajoa.



Kuva: Pertti Heikkilä

Kertaustehtävät

22.

- a) Kun lasketaan yhteen kaikki lomamatkat, työmatkat sekä arkiliikkumiset, kertyy suomalaiselle keskimäärin 41 kilometrin matka vuoden jokaiselle päivälle. Eniten kilometrejä (10,6 km) kertyy vapaa-ajan liikkumisessa. Vapaa-ajan liikkumisen osuus on $\frac{10,6 \text{ km}}{41 \text{ km}} \approx 0,26 = 26\%$.
- b) Liikkuminen edistää terveyttä. Esimerkiksi puoli tuntia kävelyä täyttää liikkumiselle asetetun päivittäisen terveyssuosituksen. Työmatkojen kävelyn tai pyöräilyn on havaittu vähentävän sairauspoissaoloja ja parantavan työkykyä.

Pyöräily on nopea tapa kulkea. Alle 5 km mittaisilla kaupunkimatkailloilla pyörä on lähes aina nopein kulkuväline.

Pyöräillen/kävellessä/rullaluistellen liikkumisesta ei kerry kustannuksia eikä matkan taittaminen aiheuta hiilidioksidia- tai muita päästöjä.

- c) Arjen asiointia voi niputtaa samalle reitille niin, ettei matkaa tarvitse taittaa turhaan. Asuinpaikkaa valitessa voi kiinnittää huomiota siihen, että joukkoliikenteen yhteydet ovat lyhyen matkan päässä. Turhaa matkantekoa voi välttää myös suosimalla lähellä sijaitsevia kauppiaita ja palveluita.

Kimppakyytejä kannattaa suosia. Ne vähentävät ajokilometrien määrää, ruuhkia ja pysäköintiongelmia merkittävästi. Yksin ajavan hiilidioksidipäästö on noin 180 g/km, kolmen yksin ajavan vastaavasti 540 g/km, kimppakyydillä kolmen henkilön päästöt ovat vain 60 g/km henkeä kohden.

Oman auton tarvetta kannattaa pohtia. Jos auton tarve on vähäinen, saattaa olla edullisempaa hyödyntää yhteiskäyttöautoja tai taksia. Jos omalle autolle on käyttöä, kannattaa valita vähän kuluttava automalli, hyödyntää liityntäpysäköintiä ja opetella ajamaan taloudellisesti.

Kannattaa miettiä, voiko esimerkiksi jonkin kokouksen tai tapaamisen toteuttaa verkossa. Etätö ja etäneuvottelut antavat myös joustovaraa työn ja vapaa-ajan rytmittämiseen.